

**SILLAN KANNEN PINTARAKENTEIDEN
JA KANSILAATAN YLÄPINNAN
ERIKOISTARKASTUSOHJEET**

Ei lainah.

08
77E-



88 1024

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
Tienrakennustoimisto

MÄÄRÄYS OHJE x MUU OHJAUS
NRO Rs-78

PVM 30.9.1988 ASIARYHMÄ
C.3.3.3

VASTAANOTTAJA
Tie- ja vesirakennuspiirit
Saimaan kanavan kanavakonttori

SÄÄDÖSPERUSTA
TVL:n työjärjestys
KORVAA

VOIMASSA
Toistaiseksi



KOHDISTUVUUS
TVH PIIRIHALLINTO x MUU VALT.HALLINTO ULKOPUOLISET

SILLAN KANNEN PINTARAKENTEIDEN JA KANSILAATAN YLÄPINNAN
ERIKOISTARKASTUSOHJEET

Siltakansien pintarakenteita uusittaessa on todettu kansilaatan betonissa pakkassuolavaurioita. Yleensä vaurioiden syynä ovat vuotavan vedeneristysten läpi betoniin tunkeutuneet kloridit.

Turun piirissä tehtiin vuonna 1986 siltojen kansirakenteiden betonin kuntoa ja kloridipitoisuuksia koskeva tutkimus, jossa todettiin laatan yläpinnan kloridipitoisuuden ylittävän kriittisen rajan 22 %:ssa tutkituista silloista. Silmämääräiset havainnot vedeneristysten kunnosta eivät aina olleet yhdenmukaisia kansilaatan betonin kloridipitoisuushavaintojen kanssa.

Ohjeissa suositellaan, että piireissä käynnistetään suolatuilla tieosuuksilla olevien yli 15 vuotta vanhojen ja suolaamattomilla tieosilla olevien yli 25 vuotta vanhojen siltojen kansien pintarakenteiden ja kansilaattojen yläpintojen erikoistarkastukset ohjeissa tarkemmin määritellyllä tavalla.

Käynnistämällä tarkastukset riittävän varhaisessa vaiheessa välttytään tarpeettoman kalliilta korjauksilta, joihin joudutaan, jos kloridipitoisuus nousee yli kriittisen rajan ja betoniterästen korroosio alkaa.

Osastopäällikkö

Antti Talvitie
Antti Talvitie

Toimiston päällikkö
vs. yli-insinööri

Kalevi Falck
Kalevi Falck

LISÄTIETOJA
Antti Rämetsä
TVH/Tienrakennustoimisto
puh. (90) 154 2507

LISÄJAKELU
TVH/Lomakevarasto
PL 33
00521 Helsinki
puh. (90) 154 2052

TIEDOKSI:

Helsingin kaupungin rak.virasto,
siltateknillinen toimisto

Rautatiehallitus, siltaryhmä

E. Vesikari, VTT/BET

Kirjasto/Ohjeluettelo C.3.3.3

KF, PE, KM, MPe, JLä, HP, AR

**SILLAN KANNEN PINTARAKENTEIDEN
JA KANSILAATAN YLÄPINNAN
ERIKOISTARKASTUSOHJEET**

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS 1988

ISBN 951-47-1606-X

TVH:n monistamo 1988

1. TAUSTA

Siltojen ajoratapäälysteitä, suojabetonia ja vedeneristysksiä uusittaessa on usein todettu kansilaatan betonissakin vakavia pakkassuolavaurioita. Koska päälyste on peittänyt vauriot, ne eivät ole tulleet ilmi tarkastusten yhteydessä. Vedeneristyksen viat paljastuvat yleensä myöhemmin kosteus- ja kalkkivuotoina ja mahdollisesti pakkasvaurioina laatan alapinnalla. Yleensä vuodot ja vauriot eivät johdu eristeen suoranaisestä vuotamisesta, vaan huonosti tiivistetyistä eristyksen reuna-alueista.

2. TARKASTUKSEN YLEISOHJEET

Suolatuilla tieosuuksilla iältään 15 vuotta vanhemmat ja suolaamattomilla tieosuuksilla 25 vuotta vanhemmat sillat suositellaan tarkastettaviksi. Tarkastukset tulisi uusida suolatuilla silloilla 10 vuoden ja suolaamattomilla silloilla 15 vuoden välein.

Tarkastusohjelmissa otetaan huomioon seuraava kii-reellisyysjärjestys:

1. Jännitetyt sillat
2. Jännittämättömät sillat, joissa ei ole varsinaista vedeneristystä
3. Sillat, joissa tarkastusten yhteydessä on todettu puutteita vedeneristyksessä kuten vesivuodoista johtuvia kalkkimuodostumia jne.
4. Sillat, joiden vedeneristyksenä on lasikuitu- tai juuttikangasbitumimatto
5. Muut sillat.

Tarkastuksen aluksi tehdään siltakannen ylä- ja alapinnan perusteellinen silmämääräinen tarkastus. Tarkastusraporttiin kirjataan päälysteen halkeamat, reunapalkin tai laatan sivupintaan jatkuvat rakenteelliset halkeamat sekä painanteet, joihin vesi lamikoituu. Alapinnalla otetaan huomioon kosteusvuodot, kalkkimuodostumat, värin vaihtelut, ruoste, pakkasvauriot, halkeamat jne. Alapinnalla vuodot ovat usein keskittyneet sillan reuna-alueille riippumatta siitä, missä kohdassa eristysvaurio todellisuudessa on.

Pintarakenteiden ja kantavan laatan yläpinnan kunto tutkitaan irrottamalla lieriöporanäytteitä kannen päältä. Näytteen halkaisija on yleensä 100 mm. Poraus ulotetaan päälysteen, suojabetonin ja eristeen läpi laatan betoniin ja jatketaan porausta laatan betonissa 150...200 mm:n syvyyteen. Poraussyvyys riippuu laatan betonille tehtävistä tutkimuksista.

Tukien kohdalla ja muuten rasitusten kannalta kriittisissä paikoissa teräksiä ei saa porata poikki. Jännitetyissä rakenteissa jänneterästen sijainti tulee etukäteen selvittää, jotta ne osataan välttää porauksia kohdennettaessa.



Kuva 1. Lieriöporaus. Pora on kiinnitetty paikoilleen tunkilla auton painoa hyväksi käyttäen.

Poranäytteitä otetaan vähintään 3 kpl siltaa kohti. Näytteet pyritään ottamaan todennäköisimmistä vuotokohdista ja tasaisesti eri puolilta siltaa. Jos silta on yli 60 m pitkä, lisätään näytemäärää kahdella jokaista 40 metrin pituista kansilaatan osuutta kohti.

Näytteiden ottokohdat merkitään tasokuvaan, johon merkityt mitat ilmoittavat näytteen täsmällisen paikan. Kuvaan voidaan piirtää myös tarkastuksessa havaitut halkeamat. Piirroksen yhteyteen liitetään lyhyt kirjallinen selvitys kansilaatan visuaalisessa tarkastuksessa tehdyistä havainnoista (liite 1).

3.

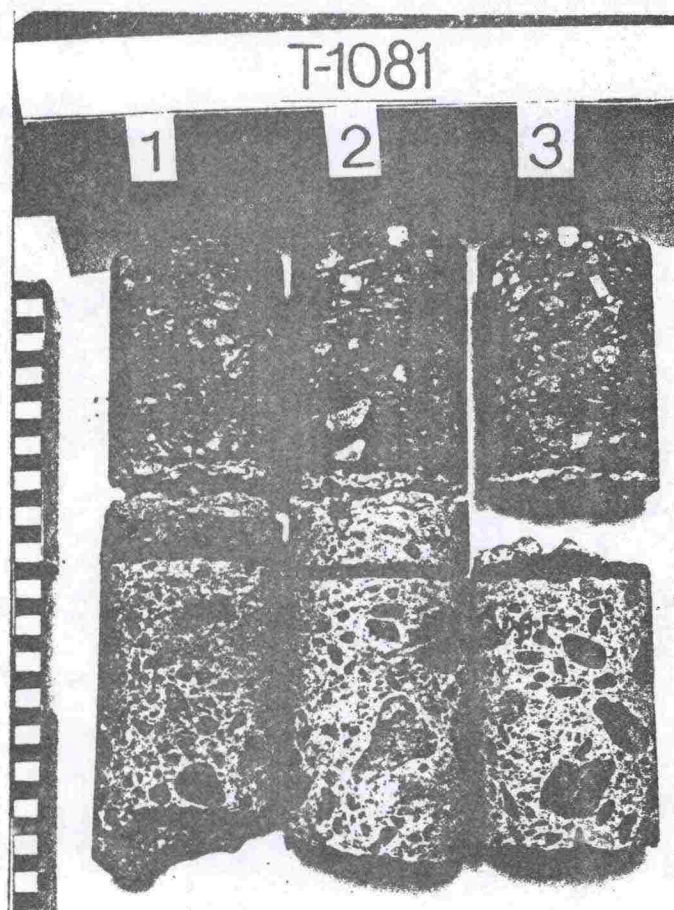
PORAUSNÄYTTEIDEN TUTKIMINEN

Porausnäytteille tehdään seuraavat tutkimukset

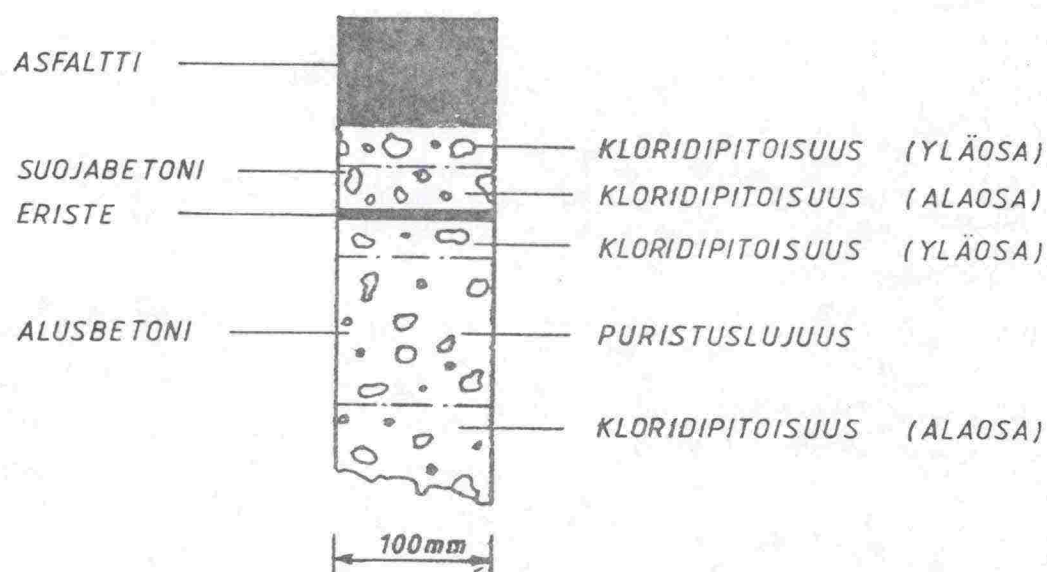
1. Visuaalinen tarkastus
2. Laatan betonin kloridipitoisuuden määrittäminen
3. Laatan betonin puristuslujuuden määrittäminen
4. Muut mahdolliset tutkimukset.

Visuaalisessa tarkastuksessa tutkitaan päällysteen ja suojabetonin paksuus ja kunto, vedeneristyskerroksen laatu, paksuus ja kunto, laatan betonin mahdollinen rapautuminen sekä raudotteiden mahdollinen syöpyminen. Jos näyte on otettu halkeaman kohdalta, tutkitaan ulottuuko halkeama eristyksen lävitse rakenteelliseen betoniin. Esimerkki näytteistä tehdyistä visuaalisista havainnoista on liitteessä 2. Näytteet valokuvataan paikanpäällä tai laboratoriossa. Valokuvaan on liitettävä mitta-asteikko.

Kloridipitoisuus, puristuslujuus- ja mahdolliset muut betonille tehtävät tutkimukset tehdään laboratoriossa. Kuvassa 3 on esitetty, miten lieriönäyte voidaan osittaa eri tutkimuksia varten. Yleensä kloridipitoisuudet ja puristuslujuus määritetään ainoastaan laatan betonista, jota edustava näytteen osa lähetetään laboratorioon. Jos poikkeustapauksissa halutaan selvittää myös suojabetonin kloridipitoisuudet, lähetetään myös sitä edustava näyte laboratorioon tutkittavaksi.



Kuva 2. Porausnäytteitä



Kuva 3. Näytelieriöiden osittaminen kloridipitoisuus- ja puristuslujuusmäärityksiä varten.

Yleensä kansilaatan betonin kloridipitoisuus määritetään välittömästi vedeneristysten alapuolelta (laatan yläpinnalta) sekä puristuslujuusnäytteen alapuolelta. Viimeksi mainitusta näytteestä voidaan päätellä, kuinka syvälle kloridi on mahdollisesti tunkeutunut. Kloridipitoisuus ilmoitetaan vesiliukoisena prosentteina betonin painosta. Esimerkkejä analyysituloksista on esitetty liitteessä 3. Liitteen taulukkoon on lisätty myös puristuslujuustulokset.

Puristuslujuuden lisäksi betonista voidaan luonnollisesti määrittää muitakin ominaisuuksia. Mikäli halutaan selvittää betonin pakkasenkestävyysominaisuuksia, voidaan määrittää betonin suojahuokossuhde tai pakkas-suolakestävyys. Betonin tiiveyttä voidaan tutkia erilaisilla testausmenetelmillä. Betonin koostumuksen ja vaurioiden tutkimiseen käytetään mm. mikroskooppitutkimuksia ohuthieistä.

4. VAURIOLUOKITUS JA KORJAUSTOIMENPITEIDEN SUUNNITTELU

Tarkastuksen perusteella luokitellaan vedeneristysten ja kansilaatan betonin vauriot taulukossa 1 esitetyllä tavalla. Vaurioasteikko on 0-4. Vaurioluokka 0 tarkoittaa tarkastuksessa vaurioitumattomaksi todettua rakennetta.

Korjaustoimenpiteiden suunnittelussa ja niiden kustannusten arvioinnissa voidaan käyttää taulukossa 1 esitettyjä yleispiirteisiä toimenpideohjeita.

Tutkimustulokset tullaan päivittämään siltarekisteriin, jolloin niitä voidaan hyödyntää vaurioiden seurannassa ja korjaamisessa sekä uusien rakenneratkaisujen kehittämisessä.

Taulukko 1. Vesivuotojen vaurioluokitus ja ohjeelliset korjaustoimenpiteet

Vaurio- luokka	RAKENNETYYPPI VAURIO	KANTAVAT RAKENTEET	
		Normaali raudoitus	Jännitetty raudoitus
1	Kansilaatan alapinnassa on paikallinen vesivuoto tai kalkkihärmää.	A	A
2	Kansilaatan reunoissa on useissa kohdissa tai kauttaaltaan kalkkihärmää tai vesivuotoja.	B	B
3	Vesivuotoa on laajoilla alueilla (yli 30%) laatan alapinnassa.	C	C, D
4	Edellisen lisäksi on rakenteellisessa betonissa vaurioita laatan yläpinnassa tai betonin vesiliukoinen kloridipitoisuus on $\geq 0,05$ %.	D	D
A	Kannen pintarakenteet avataan riittävän laajalta alueelta ja vaurioitunut vedeneristys korjataan. Muut pintarakenteet tehdään yleensä entiseen tapaan.		
B	Sillan reunat avataan suoraviivaisesti rajaten. Tippuputket avataan ja niitä tehdään tarvittaessa lisää. Vedeneristys uusitaan yleensä massaeristykseenä ja tippuputkilinjaan asennetaan salaoja. Muut pintarakenteet tehdään päällystemassasta.		
C	Kannen pintarakenteet poistetaan kokonaan ja kansilaatan kloridipitoisuus tutkitaan. Jos kloridipitoisuus on alle 0,05 % eikä betonipinnassa ole vaurioita, tehdään kannen pintarakenteet uudestaan, yleensä suojabetonittomana rakenteena.		
D	Kannen pintarakenteet poistetaan kokonaan. Raudoituksen korroosiotilanne selvitetään potentiaalinmittauksella. Kansilaatan ja raudoituksen korroosiovauriot korjataan ja yli 0,2 mm:n halkeamat injektoidaan. Kannen pintarakenteet tehdään uudestaan, yleensä suojabetonittomana rakenteena.		

5.

KORJAUSOHJEITA

Tässä ohjeessa käsitellään suppeasti siltakannen rakenteellisen betonin korjausta. Vedeneristysten ja päällysteen korjauksen sekä halkeamien injektoinnin osalta viitataan asianomaisiin SILKO-ohjeisiin.

Rakenteellisen betonin korjauksessa on otettava huomioon, että vuotavan vedeneristysten johdosta betoniin on todennäköisesti tunkeutunut klorideja, jotka voivat myöhemmin aiheuttaa korroosiovaurioita betonissa ja heikentää vedeneristysten tartuntaa. Sen johdosta tärkeä vaihe ennen korjaustöihin ryhtymistä on selvittää, miltä alueelta betoni tulee poistaa ja uusia.

Vanhan betonin poistamiseen sovelletaan seuraavia kriteerejä. Betoni poistetaan, jos jokin seuraavista ehdoista on voimassa:

- Betoni on rapautunut, silmin nähden muuten heikko-laatuista tai vasaralla koputtaen irtonaisen tuntuista.
- Vesiliukoinen kloridipitoisuus on $\geq 0,05$ % (Cl^-) betonin painosta. Kloridipitoisuus voidaan määrittää myös siltapaikalla pikatestausmenetelmällä.
- Rakennekoekappaleista määritetty puristuslujuus alittaa nimellislujuuden enemmän kuin 30 %. Po-rausnäytteiden ohella voidaan tiheämmässä kartoituksessa käyttää kimmovasaraa.
- Sähkökemiallinen potentiaali alittaa -350 mV (Cu/CuSO_4).

Vanhan betonin irrottamisessa käytetään mekaanisia tai korkeapaineiseen vesisuihkuun perustuvia menetelmiä. Jos betoni poistetaan mekaanisilla menetelmillä on huolehdittava siitä, että rauditus ei vaurioidu.

Korkeapaineiseen vesisuihkuun perustuva betonin irrotusmenetelmä eli nk. "vesipiikkaus" soveltuu kansilaattojen yläpinnan korjaamiseen hyvin, koska

- se tarjoaa ergonomisesti paremman työympäristön mekaaniseen irrotukseen verrattuna
- tietyn minimilujuuden alittava betoni voidaan poistaa vedenpainetta säätämällä niin, että vain hyvälaatuinen betoni jää paikoilleen
- se ei aiheuta merkittävästi halkeilua jäljelle jäävään betoniin
- menetelmä ei vaurioita raudoitteita, mutta puhdistaa ne tehokkaasti betonista ja ruosteesta
- työskentelytarkkuus on niin hyvä, että betoni voidaan poistaa myös arkojen kohteiden, kuten esimerkiksi jänneterästen läheisyydestä.

Jos viallinen betoni poistetaan muulla menetelmällä kuin vesipiikkauksella, on ruostuneet raudoitteet puhdistettava hiekkapuhalluksella, teräsharjauksella tai muulla vastaavalla menetelmällä. Paikkausalue on puhdistettava huolellisesti kaikesta irtonaisesta aineksesta.

Ennen valua paikattavaa aluetta kastellaan vähintään vuorokauden ajan. Kastelun tarkoituksena on pienentää vanhan ja uuden betonin välisiä kutistumisjännityksiä sekä pienentää vanhan betonin kosteudenimua uudesta betonista. Valettaessa betonipinnan tulee kuitenkin olla suhteellisen kuiva. Siinä ei saa olla kiiltävää vesikalvoa.

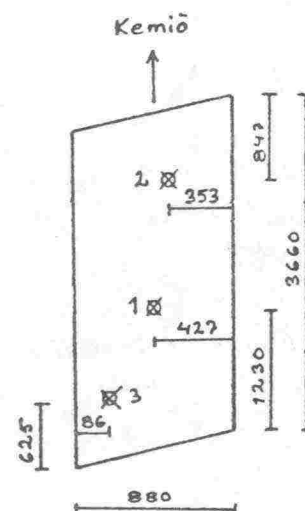
Paikkausbetonin tulee olla huokoistettua ja vesi-sementtisuhteen enintään 0,45. Suurin raekoko saa olla enintään puolet paikkauksen paksuudesta. Paikkauksessa voidaan käyttää myös erikoisbetoneita kuten valmislaasteja, polymeeribetonia tai kuitubetonia.

ESIMERKKI SILTAKANNEN VISUAALISESSA TARKASTUKSESSA
TEHDYISTÄ HAVAINNOISTA JA NÄYTTEIDEN OTTOKOHTIEN
MERKITSEMISESTÄ

T - 1624

Strömman kiinteä silta

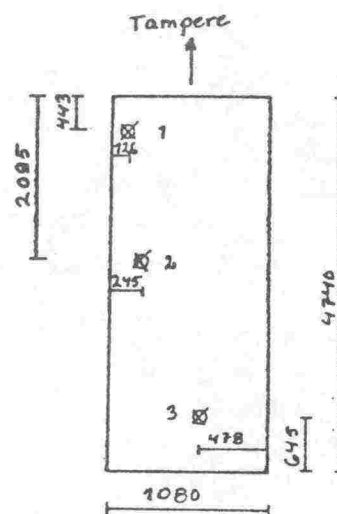
Pinnoite kulunut ja murentunut keskiviivalla osittain suoja-
betoniin asti. Yleiskunto hyvä.
Lievää kalkkivuotoa reunapalkin
ja laatan välissä.



T - 1081

Korven silta

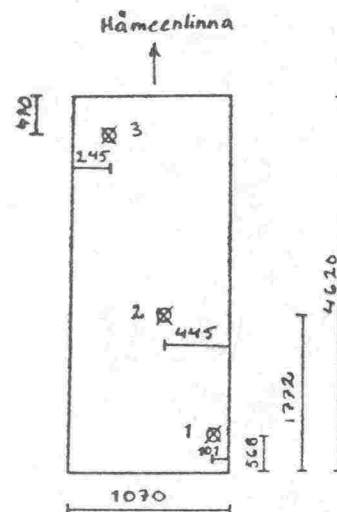
Sillan alla laatan reunojen lä-
heisyydessä on paljon merkkejä
vuodoista, kalkkipuikkoja, pak-
kasvaurioita jne. Laatan kyljet
on korjattu ruiskuttamalla, mutta
vuodot ovat tulleet läpi. Asfalt-
ti-päällysteen kunto on hyvä.



T - 188

Hihnakosken silta

Laatan kyljissä esiintyy kalkki-
vuotoa. Alapinnassa on näkyvissä
teräskorroosiota. Pituussuunta-
iset raudoitteet "peilaavat läpi".
Päällyste on urapaikattu.



ESIMERKKI NÄYTTEISTÄ TEHDYISTÄ HAVAINNOISTA

Silta	Näyte n:o	Havainnot Paksuus (mm)/Kunto	Näyte n:o	Havainnot Paksuus (mm)/Kunto
T-1624	1	a. 40 hajalla (kuoppa) s. 60 ehjä e. 5 ehjä lb. 170 murent. yläp.	2	a. 61 ehjä s. 51 ehjä e. 4 osittain vuotava lb. 170 rapautunut yläp. harva bet. 50 mm
	3	a. 73 ehjä s. 45 ehjä e. 4 ehjä lb. 160 ehjä		
T-1081	1	a. 120 ehjä s. 40 rikki yläp. e. 6 ehjä lb. 140 ehjä	2	a. 135 ehjä s. 50 lohk. yläp. — e. 3 ehjä lb. 140 ehjä
	3	a. 135 ehjä s. 45 tohjo e. 8 ehjä lb. 140 hiem. rap. yläp.		
T-188	1	a. 57 ehjä s. 95 läpihalk. e. 10 ehjä lb. 150 murent. yläp.	2	a. 40 ehjä s. 105 hieman halk. yläp. e. 10 ehjä lb. 160 pinta murent. suolaa ja harvabet. 160 mm
	3	a. 64 ehjä s. 87 vähän halk. e. 10 ehjä lb. 160 yläp. murent.		
T-155	1	a. 63 ehjä s. 40 murent. e. 4 ehjä lb. 133 ehjä	2	a. 80 ehjä s. 47 murent. e. 6 ehjä lb. 140 ehjä
	3	a. 70 ehjä s. 50 halkeillut e. 5 ehjä lb. 150 ehjä	4	a. 80 murent. osittain s. 50 murent. e. 6 ehjä lb. 142 ehjä
	5	a. halki s. 45 työsauma, ehjä e. 4 ehjä lb. 100 huonoa 10 mm yläp.		

a = asfalttipäällyste

s = suojabetoni

e = eriste

lb = laatan betoni

ESIMERKKI KLORIDIPITOISUUS- JA PURISTUSLUJUUSTULOISTA

Silta	Näyte n:o	Suojabetoni kloridipitoisuus		Laatan betoni kloridipitoisuus		puristus- lujuus MPa
		yläosa % (Cl ⁻)	alaosa % (Cl ⁻)	yläosa % (Cl ⁻)	alaosa % (Cl ⁻)	
T-1624	1	0,06	<0,01	0,00	0,00	63,4
	2	0,04	0,02	0,01	<0,01	54,5
	3	0,00	0,00	0,00	<0,01	74,4
T-1081	1	<0,01	0,01	0,00	0,00	48,1
	2	<0,01	0,00	0,01	0,00	51,3
	3	0,00	0,00	0,00	<0,01	55,8
T-188	1	0,02	0,00	<0,01	0,00	87,3
	2	0,11	0,08 0,02	<0,01	0,00	54,6
	3	0,12	<0,01	<0,01	0,00	66,2
T-155	1	0,08	0,06	<0,01	<0,01	84,7
	2	0,00	0,01	0,03	<0,01	84,7
	3	0,05	0,02	0,06	<0,01	78,8
	4	0,02	0,01	0,06	0,01	73,6
	5	0,07	0,06	0,07	0,01	-
T-156	1	<0,01	0,00	0,06	0,00	75,5
	2	<0,01	<0,01	0,08	0,00	61,9
	3	0,00	0,00	0,00	0,00	65,1
T-276	1	0,07	0,03	0,05	0,02	48,4
	2	0,08	0,05yläosa 0,04alaosa	0,04	0,01	72,4
	3	0,09	0,07	0,05	0,02	53,1
T-395	1	<0,01	0,00	<0,01	0,00	59,1
	2	<0,01	0,00	0,01	0,00	66,1
	3	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	76,4
T-634	1	0,02	0,02	<0,01	0,00	64,0
	2	0,03	0,03	0,02	0,00	-
	3	0,03	0,03	0,02	0,00	68,2
T-644	1	A 0,15 B 0,01	A 0,04 B 0,00	0,00	0,00	-
	2	A 0,00 B <0,01	A 0,06 B 0,00	0,00	0,00	-
T-754	1	-	-	0,04yläosa 0,01alaosa	0,00yläosa 0,00alaosa	-

ISBN 951-47-1606-X